前言

所有科學測量都必須準確。要準確測量溫度，必須考慮兩個因素：第一、選擇符合標準的測量工具。第二、具備充分的使用知識，避免測量錯誤。

因此，本說明書針對FLIR 客戶的需要，讓他們對紅外線熱像技術在溫度測量上的概念和基礎應用有所了解，並對紅外線攝影機如何改善測量結果和增進使用舒適度的重要功能加以說明。

Enjoy!

FLIR 系統有限股份公司
亞太區行銷副總經理
拉斯・利德曼(Lars Lidman)

目錄

1.0 簡介	P.1
1.1 什麼是紅外線熱像技術？	P.1
2.0 熱像技術理論	P.2 - 5
2.1 什麼是紅外線？	P.2
2.2 什麼是電磁波譜？	P.2
2.3 紅外線能來自何處？	P.2
2.4 什麼是紅外線熱像技術？	P.3
2.5 熱像技術和夜視鏡有何不同？	P.3
2.6 如果紅外線攝影機看不到溫度，我會在紅外線影像上看見什麼？	P.3
2.7 基礎概念	P.4
2.8 什麼是黑體、灰體和實體？	P.5
3.0 紅外線熱像技術應用概述	P.6 - 12
3.1 紅外線熱像技術的優像	P.7
3.2 電氣系統	P.7
3.3 公共事業	P.7
3.4 建築物外殼和結構	P.8
3.5 屋頂系統	P.8
3.6 機械設備	P.8
3.7 石化應用	P.9
3.8 電子設備	P.10
3.9 環境應用	P.10
3.10 研發應用	P.10
3.11 汽車應用	P.10
3.12 航太應用	P.10
3.13 醫學 / 獸醫應用	P.11
3.14 高架應用	P.11
3.15 造紙	P.11
3.16 蒸汽渦輪和水力發電機	P.12
3.17 其他應用	P.12

4.0	**最大準確度和舒適度的特色**	**P.13 - 22**
4.1	使用界面	P.13
4.2	選單操作	P.13
4.3	自動／鎖定模式	P.14
4.4	調色盤	P.15
4.5	測量正確的溫度	P.15
4.5.1	設定放射率	P.16
4.5.2	設定反射溫度	P.17
4.6	影像融合	P.18
4.7	可見光目標投光器／燈	P.19
4.8	雷射定位LocatIR™／雷射指示器	P.19
4.9	動態細節強化(DDE)	P.19
4.10	影像格式	P.19
4.11	全球定位系統(GPS)	P.20
4.12	儲存影像	P.20
4.13	擷取影像	P.21
4.14	縮圖影像圖庫	P.21
4.15	刪除影像	P.22
4.16	下載影像	P.22
5.0	**亞太地區聯絡方式**	**P.23**

- 結束 -

1.0 簡介

1.1 什麽是紅外線熱像技術？

熱像技術是可以讓我們實際看見熱能的一種科技。如果你看過電影《終極戰士》或《終極戰士2》，那你就已經看過真實的紅外線影片了！熱像技術可以利用物體發熱模式的辨視方法來定位（像是找尋失蹤人士）或用來做診斷（例如電氣接觸不良）。想想生活中所有和熱能有關的活動，你就知道其應用範圍有多廣！

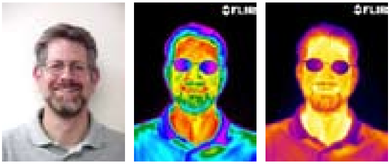


圖 1.1 普通照片和兩張紅外線熱像圖，一張是以七彩色盤 (rainbow palette) 顯示，另一張則是以鐵弓色盤 (iron bow palette) 顯示。

紅外線影像術由於可以在短短幾秒內就偵測和顯示出人頭部的發熱圖而在最近受到媒體大幅報導。此技術可以用來篩檢嚴重急性呼吸道症候群 (SARS)，因為其症狀之一就是發燒。

紅外線熱像技術也可以被消防員用來在火災中找出受困民眾的位置。火災時的黑色濃煙使得要逃出建物幾乎是不可能。但使用紅外線影像技術就可以穿透濃煙，找到並救出受困或是動彈不得的民眾。

2.0 熱像技術理論

紅外線輻射以及熱像的相關技術對於很多紅外線攝影機的使用者來說還是很新的科技。以下將對此技術的理論基礎加以說明。

2.1 什麼是紅外線？

紅外線能屬於電磁波譜的一種，和可見光的特性類似。紅外線以光的速度行進，並且可被反射、折射、吸收及放射。紅外線的波長比光線的波長多約十的一次方，介於0.7到1000微米（百萬分之一公尺）。其他常見的電磁輻射形式還包括無線電、紫外線和X光。

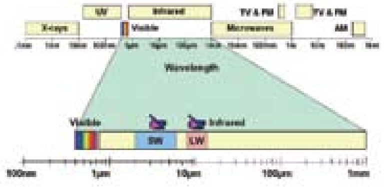


圖 2.1 電磁波譜

2.2 什麼是電磁波譜？

我們知道紅外線是電磁波的一種，波長比可見光還長。其他電磁波包括X光、紫外線、無線電波等等。電磁波可以波長或頻率來分類：廣播無線電台以頻率來區分，通常為千兆赫或是百萬兆赫。紅外線偵測器則是以波長來區分，測量單位是微米（mm，在希臘文中寫成μm），也就是百萬之一公尺。可以偵測8到12微米頻帶的系統屬於長波，3到5微米屬於短波（3到5微米也可以被歸為中波，因為有儀器可以偵測到比3微米還短的波長）。肉眼可見的電磁波波長在0.4到0.75微米之間。我們可以看見顏色，這是因為我們可以辨別不同的波長。如果你有雷射指示器，你可能會注意到其波長是以奈米計算，通常大約為650奈米。如果你往上看電磁波譜上標示650奈米（0.65微米）的圖，你會看到那就是紅色光線的波長。

2.3 紅外線能來自何處？

所有物體都會放射紅外線來顯示其溫度，也就是說，所有物體都會放射紅外線。紅外線能量來自於原子和分子的振動和旋轉；物體溫度越高，動作就越快，放射的紅外線也越多，而這就是紅外線攝影機所偵測到的能量。紅外線攝影機並非看到溫度，而是偵測到放射的熱能。

在絕對零度時（攝氏零下273.16度，華式零下459.67度)，物質的能量最低，因此其紅外線能量也最低。

2.4 什麼是紅外線熱像技術？

紅外線熱像技術是指用物體本身熱能來產生一種人類肉眼看不見的紅外線影像。典型的紅外線熱像攝影機類似傳統的攝錄影機，可當場產生的熱輻射的電視畫面。比較精密的紅外線攝影機確實可以測量影像中任何物體或表面的溫度，然後產生假色影像，以便更容易說明其熱能放射的情形。紅外線攝影機拍攝的影像稱為熱譜圖或是熱像。

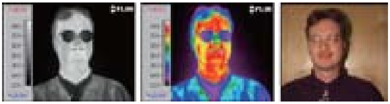


圖 2.4 黑白以及彩色熱像圖和可見光照片比較。眼鏡似乎溫度很低，因為眼鏡比皮膚冷，而且長波紅外線不會穿透玻璃。同時也可以看到這個人臉部的溫度分佈，紅色代表溫度較高，黃色和綠色代表溫度較低。皮膚溫度可以作為疾病的指標，所以有時被用來協助做醫療診斷。

2.5 熱像技術和夜視鏡有何不同？

夜視鏡藉由將微量的可見光線（或近紅外線）放大好幾千倍來在夜裡辨視物體，而這只有在周遭有光線（譬如月光或星光）的時候才有作用。熱成像靠的是偵測物體放射出的熱能，所以完全不需要光線。熱像相對於夜視鏡的一大優勢是，只要以手電筒照射，夜視鏡很容易就失去作用，相反地，熱像因為偵測熱能所以不受光源的影響。

可見光　近紅外線夜視鏡　紅外線熱像

圖 2.5夜視鏡將微量的可見光線（或近紅外線）放大數千倍以便在夜裡辨視物體

2.6 如果紅外線攝影機看不到溫度，我會在紅外線影像上看見什麼？

紅外線熱像攝影機捕捉的是設定目標的輻射。輻射是指目標物在其周遭環境影響下所放射出的紅外線能，包含被放射、反射、有時是傳導的紅外線能量。不透明目標物傳導能量為零。紅外線影像上顯示的顏色隨著釋放出的輻射而有所變動。一個不透明目標物釋放的輻射會因為其自身的溫度、放射性、以及反射的輻射能不同而有所變化。

在以下兩個圖中各有三個金屬罐子，一個熱、一個常溫、另一個冷（由左到右）。上圖是普通照片，下圖是紅外線熱像。每個罐子上貼有一段電工膠帶，罐子表面和電工膠帶是同一溫度，但是在紅外線熱像裡，熱罐子上的膠帶看來比罐子金屬表面還熱，冷罐子上的膠帶比罐子表面冷，常溫罐子上的膠帶沒有不同。為什麼會這樣呢？

原因在於，電工膠帶的放射性比金屬高，也就是說，電工膠帶比金屬能更有效率的釋放輻射。金屬的反射力比電工膠帶高，也就是能反射更多紅外線能量。因此，電工膠帶能更精準地顯示目標物的溫度，而金屬則是顯示周遭或者說是反射出罐子上的溫度。所以，如果罐子溫度比室溫高，電工膠帶看來比金屬還熱；如果罐子溫度比室溫低，電工膠帶就會比金屬冷；如果罐子和室溫相同，電工膠帶就會和金屬等溫。

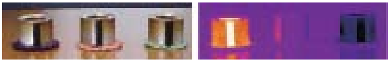


圖 2.6 三個表面部分氧化的鋁罐和電工膠帶。左邊的罐子熱，中間的常溫，右邊的冷。

2.7 基礎概念

每天，物體都在顯示著這放射性的對比，可能是有著裸金屬螺栓接頭的絕緣電線，可能是放在上漆表面的裸面金屬名牌像是充油式斷路器或是有載分接頭切換器，可能是一塊放在公車扶手上便於閱讀的電工膠帶，也可能是其他更多更多。

事實證明，不透明物體的放射性及反射性是互補的，高放射代表低反射，低放射代表高反射。能量守恆定律告訴我們：

$$\varepsilon + \rho + \tau = 1$$ (等式 2.7a)

等式 2.9a　希臘字母e、r和t在這常被用來表示

e 放射性

r 反射性

t透射性

不透明物體的t值等於 0，等式因此精減成：

$$\varepsilon + \rho = 1$$ (等式 2.7b)

2.7b 是個相當簡潔有力的等式。簡單來說，高放射代表低反射，低反射代表高放射。由於大部分輻射來自於目標物放射的輻射能，放射性越高，讀取到的數字也最準確。使用者稍微操作，新一代的紅外線熱像攝影機就可以調整放射性。然而，隨著放射性降低，測量的不確定性會跟著增高。我們的研究顯示，測量的不確定性在目標物放射性不到0.5的時候會高到令人無法接受。

放射性圖表多的數不完，但是放射性難以捉摸。之前我們提到放射性是材料表面的特性，但不只是如此而已。物體的形狀會影響放射性，半透明物體的材質厚薄也會影響放射性。其他影響因素還包括觀看角度、波長、還有溫度。波長和放射性的連帶關係代表，不同的紅外線熱像攝影機會從同一個物體得到不同但均屬正確的數據值。我們建議在對目標物體可以進行例行監控的情形下，測量物體的放射性。一門訓練課程可以讓你學到如何使用紅外線熱像攝影機，一點都不難。請上網註冊課程：www.infraredtraining.com

一般來說，介電質（不導電材質）的放射性比較高，介於0.8到0.95之間，包括上漆的金屬。非氧化的裸面金屬放射性低於0.3，不適合測量。氧化金屬的放射性介於0.5到0.9之間，數值上變動範圍大，所以有可能引發問題。物體的氧化度是影響其放射性的關鍵因素之一，氧化程度越高，放射性也越高。

測量非透明物體時，如果你知道其放射性和室溫（反射溫度），使用具備測溫功能的紅外線熱像攝影機可以達到接近百分之百的測量準確度。測量溫度時，因為目標物放射能量的關係，攝影機必須得取得正好那一部分的輻射。幸運的是，現在的紅外線熱像攝影機功能先進，所以沒有問題。扣除反射的部分，就可以得到物體的放射性，此測量結果就可以和校準表還有擷取的溫度作比較。

2.8 什麼是黑體、灰體、和實體？

黑體是最佳的輻射體，零透射率，零反射。根據克希荷夫定律(Kirchhoff's law)，黑體的放射性為1。黑體最初是依可見光定義，由於黑色不會折射或傳導光線，因此被稱作黑體。灰體的反射力很少超過固定波長。實體的放射性則隨著波長變動。紅外線攝影機感應一個波段的紅外線輻射能，感測溫度時，攝影機將結果和使用黑體產生的校準表作比較。目標物被預假為灰體，而大多情況下也是如此，或者是差一點就可以感測出有意義的結果。欲準確感測，必須對目標物的頻譜波長有所了解。

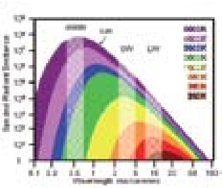


圖2.8馬克斯・普朗克的黑體輻射曲線數學模型

馬克斯・普朗克（Max Planck，1858-1947年）的成就之一是以數學模式發展出黑體輻射曲線。右圖顯示物體放射出的輻射量和物體溫度與不同溫度下波長的關係。請注意太陽的最大波長是落在我們可見光譜的中間。

黑體的曲線呈巢狀，不會彼此交錯，這表示溫度高的黑體在不同波長的輻射量會比溫度低的黑體多。溫度增加，輻射波長的幅度隨之變大，輻射高峰對應的波長會則變短。請注意紅外線輻射在300K時（約攝氏27度或華式81度），最大波長是10微米，物體在300K時放出的輻射波長最短至約3微米。由於人類眼睛的敏感度無法超過0.75微米，所以我們也看不見任何東西。但如果我們將物體加熱到大約攝氏300度，我們就可以開始看到物體發出的微弱紅光。

3.0 紅外線熱像技術應用概述

紅外線熱像技術的價值高，應用廣泛，每天都在不斷推陳出新，無法在此一一贅述。

熱像技術可以用在任何和熱差有關的問題或情況上，在大部分情況下使用容易。發熱物體由於會釋放熱能，因此可被察覺到。以配電設備為例，電流通過電阻元件時會發熱。如果目標物放射性夠高，我們即可透過紅外線熱像攝影機看到放射的熱能。鬆動或腐蝕等原因會使滑動和螺栓接頭產生電阻；電阻增加，產生的熱能也愈多，此時攝影機就可迅速感測到。聽起來簡單，事實上也不難。但是在很多情況下，由於熱傳導的關係，要感應到放射的熱能並非易事。要成功應用紅外線技術，關鍵就是良好的訓練。

另一個例子就是水泥橋。很多人知道，水泥會層狀剝落，形成坑洞。要察覺坑洞不難，開過橋面，車輪通常就感受得到，後果呢就是一筆可觀的修理費。如果可以事前發現，就可以省下很多問題。巧妙地利用太陽放射的熱能作為媒介，我們可以透過紅外線攝影機看到層狀剝落的那一層和橋面完好部分所放射的熱能不同，此時，紅外線攝影機就可以捕捉到。這個例子說明，雖然橋面並不會發熱，但是當條件和設備都齊全時，還是可以加以分析。
另一個可以利用誘導式冷熱原理的地方是，最近幾年發展出來的飛機複合材料相當地堅固而且質輕，對飛機本身和飛航十分重要。然而，這些材質的蜂窩狀結構卻有個很嚴重的問題，就是進水。

調查發現，部分控制面會因不明原因吸收蜂巢結構裡的水分，遇到閃電或下冰雹時這問題會更加惡化，所造成的破壞用肉眼幾乎是看不到的。當飛機達到一定高度時，進入蜂巢結構的水分會結冰，範圍擴大時就會破壞結構組織，就像癌細胞一樣，最終會危及整個結構的完整性。

到目前為止最有效的解決辦法是利用X光。此技術雖然依舊是最準確的方式，但是有許多缺點：X光耗時、耗力，而且可能使維修人員曝露在游離輻射的危險中。

紅外線熱像技術可以成為解決這個問題不可或缺的工具。當飛機降落後，結成的冰融化的同時溫度仍保持在零度，機身其他部分則已在下降時回復到室溫。此時，就正是利用熱像設備找尋結冰位置的最佳時機。

圖 3.0 熱像圖顯示飛機上標示部分的進水情況（暗色區域）檢測工作可以在不須關掉引擎時進行，20分左右就可完成。數位影像將會被儲存在影像處理中心做為後續分析之用。

3.1 紅外線熱像技術的優點

- 大幅減少不預期的停電
- 快速發現問題，不造成系統中斷
- 評估最要緊的改善措施
- 減少預防性維修保養和排解疑難需要的時間
- 符合保險公司要求
- 於保固期間內找出問題所在

熱像技術應用範圍還有很多，例如以下：

3.2 電氣系統

- 電力系統檢查，包括激磁機、4160接頭，馬達控制中心及隔相匯流排管道
- 變電站電氣系統檢查，包括開關設備、斷路器、變壓器及電容器組
- 城市和鄉村高架配電系統檢查
- 電動馬達檢查

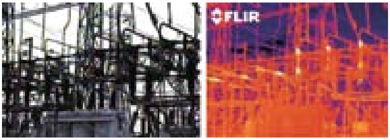
電氣方面：紅外線檢測可以用來偵測潛在的電路過度負荷或是有異常高電阻的地方，讓機電人員可以藉此在故障發生前更換電路，減少系統中斷或是更大的損害。

保險絲：熱的保險絲接頭

3.3 公共事業

由於公共事業不容許錯誤發生，紅外線熱像技術已成為世界各國公共事業公司進行預防維修保養的重要工具。本公司　提供最先進的熱像技術來支援全年無休的監控系統，讓擁有極為重要的電力公司能不間斷地供電。

利用紅外線熱像技術定期掃描，電力不中斷：電力公司必須擁有可靠的電纜線來提供民衆所期待和應得的電力。不幸的是，遇到避雷裝置失靈時，整個電力系統就會失衡。定期檢測找出變電站不良的避雷器以及配電線纜的問題，可有效防止停電的情況發生。

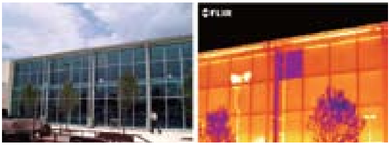


變電站：全面的檢測可以迅速找出可能造成問題的高電阻連接位置。電流通過一個電阻連接裝置時會生熱；接頭有鬆動或腐蝕情況時，電氣系統會生熱，電力就不能正常傳輸——沒有任何一種預測維修技術能像紅外線熱像如此有效！

變壓器散熱器：以下的紅外線熱像圖顯示幫浦損壞，造成散熱器冷卻（左下角）。由於變壓器能力減弱，這個問題可能會變得相當嚴重。

3.4 建築物外部和結構

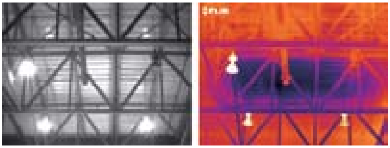
- 檢測建築物、廠房設備和煉油廠的熱能流失情形
- 建築物、公寓大廈、廠房設備受濕氣影響的情形
- 水泥的完整性
- 檢查水暖式水泥地板漏水及溫度分佈的情形
- 找出沒有隔絕或是隔絕受損的地方
- 判定漏氣造成的能源損失
- 評估改裝後的熱性能情形
- 找出輻射加熱管線位置
- 偵測水泥橋面的層狀剝落情形
- 找出並判定建築物內黴菌散佈的情形



建築物診斷：紅外線檢測可用來偵測隔絕不良或結構問題造成冷熱能流失或是濕氣的問題

3.5 屋頂系統

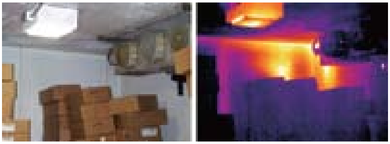
- 偵測建築物、廠房設備的平頂式屋頂的漏水情況
- 準確、快速地判定漏水造成損壞的部分
- 避免不必要地更換原有的完好屋頂材料
- 據實精確評估預算
- 在保固過期前記錄發現的問題



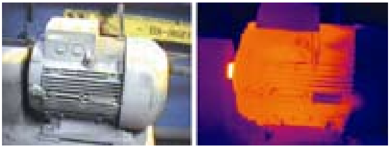
屋頂：紅外線可以偵測屋頂下方的漏水和所造成的損壞，在問題持續擴大之前就進行維修

3.6 機械設備

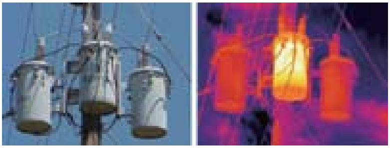
- 鍋爐
    - 檢查鍋爐受火焰衝擊的情形和進行鍋爐管理
    - 觀察燃料燃燒的情形
    - 偵測正常運作或鍋爐待轉時，鍋爐管上的熱能分佈情形，並測量爐管外殼溫度
    - 掃描並記錄未受監控鍋爐部分的溫度
    - 掃描鍋爐外部耐火材料的損壞情形，或者找出比較熱、日後耐火材料可能損壞的地方
- 偵測原油爐焦炭累積的情形
- 偵測發電廠鍋爐煙道廢氣外洩的情形
- 機械軸承檢測
- 檢查散熱和冷卻設備
- 冷藏設備冷卻力流失情形
- 偵測冷凍設備隔絕不良情形



冷凍櫃：隔絕不良的步入式冷藏櫃



預防性維修保養：廠房維修保養人員利用紅外線技術來進行監控機械設備不同地方的預防性維修。定期利用紅外線評估機械在正常運作下的溫度情形，可以偵測出接頭、軸承等等過熱的情形，以免中斷造成時間和成本的浪費。這種預防性或定期的檢查，對增加和維持廠房設備的運作效率極為重要。

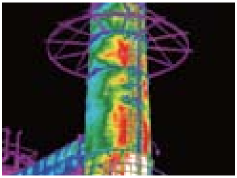


變壓器：這台配電變壓器過熱的原因是來自內部損壞以及油位過低

3.7 石化應用

- **偵測煉油廠製程管線隔絕損失或洩漏的情形**
- **評估煉油製程**
- **評估熱交換器的品質及效能**
- **檢查鍋爐的隔絕（耐火材料）情形**
- **評估鍋爐內部的火焰和檢測管線**
- **火焰擴散爆炸分析**

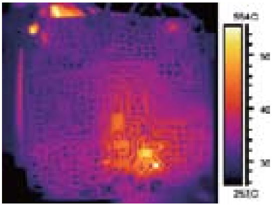
液體儲存槽：紅外線攝影機可以偵測出儲存槽裡多層分佈的情況，讓工作人員可以判定液體是否受到污染，或是儲存槽本身是否需要維修，如此即可確保液體品質。天氣好時，紅外線可以用來偵測釋壓閥、蒸汽、熱氣和丙烷外漏的情形。



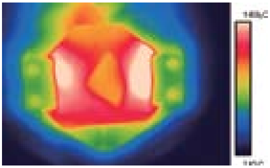
加附耐火材料的設備：紅外線圖清楚顯示出原油加熱器煙囪耐火材料隔絕不良，熱能累積分佈的情形。問題如果沒有解決，可能會惡化並造成金屬腐蝕及嚴重的後果。

3.8 電子設備

- 評估印刷電路板及解決疑難問題
- 繪製半導體裝置運作時的熱能分佈情形
- 評估電路板組件
- 檢測組合結構的生產情形
- 檢測複合型微電路
- 檢測焊接點



晶圓板： 圖片顯示晶圓板的退火過程。紅外線可迅速發現重要部分熱能有異的地方。



PC 板： PC板上過熱的組件

3.9 環境應用

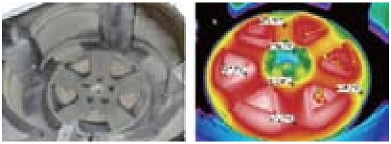
- 找出舊廢棄物地點
- 找出工業區埋置的舊油槽
- 找出並監控漏油

3.10 研發應用

- 原型製作設計評估

3.11 汽車應用

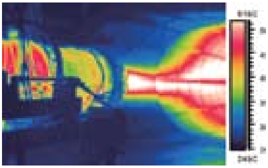
- 汽車賽車式懸吊系統和輪胎觸地診斷
- 煞車和引擎系統性能及冷卻效率評估



模型溫度： 汽車座椅模型的溫度…

3.12 航太應用

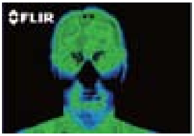
- 飛機操控表面和雷達罩滲水控制
- 診斷輪胎和煞車系統
- 診斷擋風玻璃和機翼表面除冰系統
- 找出應力產生的龜裂和腐蝕
- 分析噴射和火箭引擎
- 辨識複合材料層狀剝落和剝離的情形
- 分析目標特徵

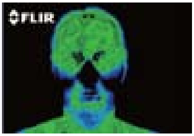


噴射引擎： 噴射引擎檢測

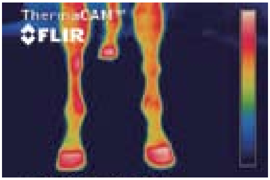
3.13 醫學 / 獸醫應用

- 對頸部扭傷、背部受傷、腕隧道症候群，進行內科傷害檢驗。
- 疾病評估：乳癌、關節炎以及其它疾病。
- 牙科、顳顎關節功能障礙以及其它疾病。
- 運動型傷害評估以及療程
- 馬科傷害檢驗、應力性骨折、癲跛
- 雷射治療劑量測定





醫療應用：若正確使用，醫療級熱像圖可為相關病變提供造影，例如乳癌、腕隧道症候群和關節炎



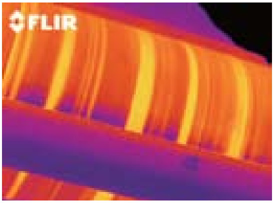
馬匹：此造影顯示近曲懸骨和內科趾骨近曲處出現了明顯的發炎現象。

3.14 高架裝置應用

- 管路檢查、滲漏偵測、應力形成的銹蝕龜裂區域
- 環境檢查、污染物傾倒、高溫廢水傾倒
- 火災探測、抑制火災、防火線及火災善後檢查
- 高架輸電線高壓線電力檢查
- 搜尋與救援
- 秘密監視設備

3.15 造紙

- 偵測長網式抄紙蒸氣盒(Fourdrinier steam box)不均勻的熱分佈
- 找出會對紙張品質造成不良影響的水紋、不均勻
- 找出基準重量變異
- 監視尺寸沖壓性能
- 分析乾燥機溫度，以找出乾燥機中分佈不均勻的區域
- 監視表面塗層，以確認紙張表面塗佈不均勻的區域
- 分析紙盤以找出連接至抄紙機製程設備所產生的異常現象
- 檢測木片堆是否有熱點



紙卷製程：紙卷製程的熱影像。影像中清楚顯示了含水區域。

3.16 蒸氣渦輪發電和水力發電機

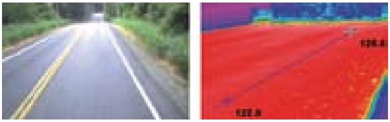
- 找出定子鐵心薄片層間故障
- 監視損壞區域修復效力
- 於定子鐵心修復期間，協助維持品質管控工作
- 擷取定子鐵心（用來作為定子鐵心日後修復情況的永久記錄）的熱影像

船舶：紅外線熱像儀可偵測船艦結構的變化情形。影像顯示一塊板被焊接在船身上。

3.17 其他應用

- 偵測天線的射頻、導引波及其架構的產熱
- 找出林地中低密度零星火源
- 找出受困民眾
- 遙感應用
- 消防：找出火場大樓內的民眾和濃煙中進行搜救
- 找出熱柏油舖面不均勻的區域
- 找出海上建物的潮濕和層狀剝離情形
- 食物加工處理

冷凍雞肉：此熱像圖顯示了在雜貨店冷凍櫃內的冷凍雞肉。在掃瞄了冷凍櫃中的食物後，即可避開溫度不當的問題，並可快速補救，亦可避開食物腐敗或產生病菌。



冷卻中的泊油舖面：在只有華氏3度的溫差下，熱像圖中的縱面顯示此冷卻的柏油舖面有超高的溫度均勻性。此柏油舖面的平均密度為每立公尺2,205公斤，最大2,247kg/m^3，最低為2,179 kg/m^3。在一年以後所拍的照片顯示，此路面並未出現磨損或降解的現象。

4.0 最大準確度和舒適度的特色

本章將會介紹某些紅外線攝影機的特色，也就是最精確的測度和最佳的使用舒適性

4.1 使用界面

大型顯示幕

左選擇鈕
（進入選單或確定)

導覽鍵

右選擇鈕
（離開或關閉）

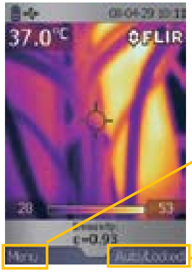
叫出已儲存的影像

開／關

影像儲存觸動器

4.2 選單操作

- 按左選擇鈕開啟主選單。
- 只要稍微移動+/-鈕，即可選擇子選單。
- 按左選擇鈕確認。

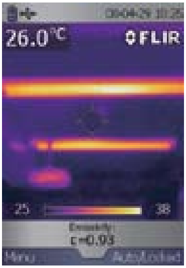


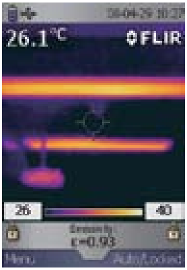
使用左選擇鈕，以進入主選單

使用右選擇鈕，以便在「自動」(Auto) 和「鎖定」(Locked) 之間切換

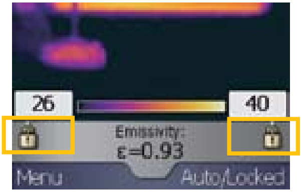
預選的選項，皆會反藍

4.3 自動與鎖定模式



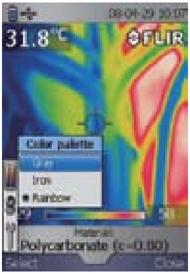


- 在「自動」（Auto）模式下，溫度量表會自動調整至紅外線影像的最適溫度區間（最小值至最大值）。
- 不過，有時此自動調整功能也可能不符合你想要的溫度。
- 此範例顯示稍微增加溫度量表的最大值可產生較佳的紅外線影像，而這個現象會反映在實際目標上，而不是在周遭環境上。
- 使用相同的溫度量表，在「鎖定」（Locked）模式下，可輕易比較不同物體的差異性。



- 使用右選擇鈕，以便在「自動」（Auto）與「鎖定」（Locked）之間切換
- 選擇「自動」（Auto）模式和你想要使用的最小和最大溫度值，對準任何熱源。
- 按右選擇鈕鎖住溫度量表。
- 此時，溫度量表下方會出現兩個小鎖頭。
- 現在，在特定的溫度範圍下，將熱像儀對準你想要擷取的目標。

4.4 調色盤



1.按左選擇鈕開啟主選單。

2.選擇「調色盤」(Colour palette) 並確認。

3用+/-按鈕來選擇想要的色溫。

4. 按左選擇鈕確認。

4.5 測量正確的溫度

紅外線熱像攝影機是藉由物體發出的紅外線幅射熱來測量並擷取影像。事實上，由於幅射為物體表面溫度的函數，因此熱像攝影機可以計算並顯示此溫度。

但是，熱像攝影機測得的幅射熱並不僅依靠物體本身的溫度，同時也是放射率的函數。幅射也可自周遭環境並反映在物體上。來自物體的幅射與反射的幅射熱會受到大氣吸收影響。

若要測得精確的溫度，須補償不同幅射源所造成的一些效應。因此，熱像攝影機必須採用下列參數：

- 物體的放射率
- 反射的視溫度 (apparent temperature)

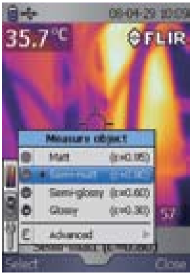
4.5.1 設定放射率

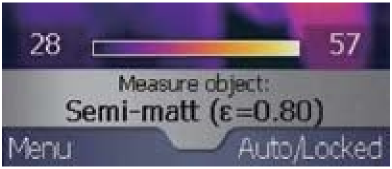
最重要的的物體參數就是放射率。總言之，相較於具有相同溫度的全黑物體，放射率就是物體幅射量多寡的測度。

一般而言，物體材質和表面處理顯示放射率的範圍約為 0.1 至 0.95 。 高光度的鏡面就會下降至低於 0.1，氧化或塗覆的表面則具有高放射率。如不論可見光譜中的色彩，紅外線下的油性塗料具有超過 0.9 放射率。人體的放射率為 0.97 至 0.98。

未氧化金屬呈現了一個極度的完全不透光和高反射比，但其隨波長的變化不大。因此，金屬的放射率很低 - 僅隨溫度的上升而增加。至於非金屬，放射率很高，但卻會隨溫度的上升而下降。

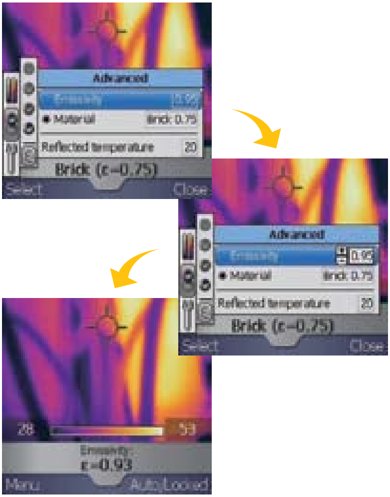
FLIR熱像攝影機附有放射率表，可讓客戶根據測量物體表面的反射率，選擇正確的放射係數，例如平光、半平光、半光面或光面。如此一來，使用者便可在放射率輸入錯誤或固定的放射率下，補償測定的錯誤。





1. 按左選擇鈕開啟主選單。
2. 選擇「測量物體」 (Measure object) 選項，並確認。
3. 用 +/- 按鈕選擇正確的目標物表面特性。
4. 按左選擇鈕確認。
5. 物體表面特性會顯示在溫度量表下方。

或者，若使用者測量物體（請參閱產品手冊中的放射率表）確切的放射係數時，FLIR熱像攝影機可讓使用者直接在攝影機中輸入係數：



1. 按左選擇鈕開啟主選單。

2. 在主選單中，選擇並確認「測量物體」(Measure object)。

3. 捲動至 「進階」(Advanced)，然後確認。

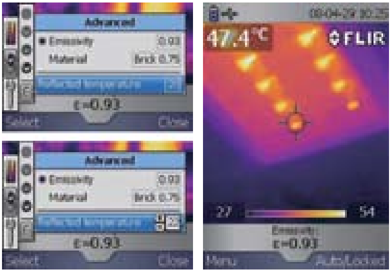
4. 再捲動至「放射率」(Emissivity)，然後按下左選擇鈕。

5. 用 +/- 鈕選擇想要的數值，然後按確認。

6. 選定的放射率會顯示在溫度量表下方。

4.5.2 設定反射溫度

此參數是用來補償反射到物體的輻射熱。若放射率偏低，且物體溫度不如反應率，設定並補償正確的反射視溫度就會變得相當重要。



1. 按左選擇鈕開啟主選單。

2. 選擇「測量物體」(Measure object)，並進行確認。

3. 捲動至 「進階」(Advanced)，然後按確認。

4. 捲動至「反射溫度」(Reflected Temperature)，然後按左選擇鈕。

5. 用 +/- 鈕選擇正確的數值，然後按確認。

重點測光錶固定在紅外線影像的中心。

請記住，重點測光表必須完全包住你觀看的物體。否則，你會讀取到錯誤的溫度值，例如目標物與周遭環境混在一起。

4.6 影像融合

何謂影像融合(images fusion)？

影像融合是在西元1970年由FLIR Systems AB公司所建立的，此功能的目的在於讓你能將部分的數位影像以紅外線影像顯示。舉例來說，你可以設定攝影機顯示具有特定溫度的紅外線影像，而其餘區域則顯示為數位相片。你也可以設定攝影機將紅外線影像外框顯示在數位相片上方，然後移動紅外線影像框或改變該影像框的大小。

影像融合有助於熱像拍攝者排除舊有問題，並獲得較佳的辨識和回報瑕疵元件，以便在第一時間修復瑕疵元件。

表4.6此表解釋四種不同的影像融合類型

影像融合類型	影像
高 數位影像中所有區域皆有溫度 高於特定溫度時，影像會以紅外線顯示。	
低 數位影像中所有的區域皆有溫度 低於特定溫度時，影像會以紅外線顯示。	
中間 數位影像中所有區域皆有溫度 介於兩個指定溫度的範圍內，影像會以紅外線顯示。	
畫中畫 一個紅外線影像框顯示在數位影像的上層，同時使用者可根據選定的模式，移動、調整紅外線影像尺寸和調整紅外線影像形狀。	

4.7 可見光目標投光器 / 燈

不論環境照明條件如何，可見光目標投光器 / 燈功能可確保熱像攝影機記錄良好的可見光影像。

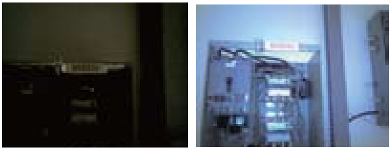


圖4.7 第一個影像是在照明不足的環境（例如電氣櫃）下所拍攝，而第二個影像則是用具有可見光目標投光器 / 燈的熱像攝影機所拍攝。

4.8 雷射定位LocatIR™ / 雷射指示器

雷射定位 LocatIR™ 有效提升了成像能力。只要壓下按鈕，物體上的雷射定位指標就會自動校準，並且顯示在紅外線影像中。所以，使用者可立即辨識出測定的目標物。

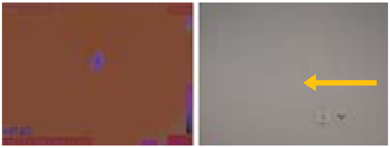
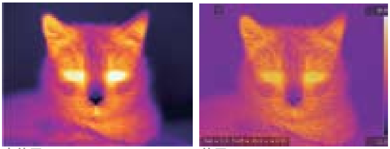


圖4.8 (右圖) 當熱溫點 (左) 顯示在紅外線影像的同時，觀看牆上的紅點光束。

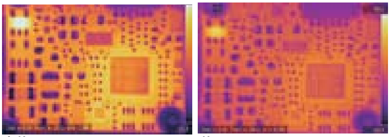
4.9 動態細節強化 (DDE)

FLIR獨有的動態細節強化（DDE）功能為紅外線影像帶來了更細緻的畫面。



未使用DDE　　使用 DDE

圖4.9a 物體呈現了更細緻的效果



未使用 DDE　　使用 DDE

圖4.9b 使用50微米近拍鏡頭拍攝的電路板影像

4.10 影像格式

FLIR熱像攝影機儲存的影像為JPEG格式，和其它專有或固定的點陣圖 (bmp) 影像不同，只要用拖曳即可輕易建立美觀的報告。

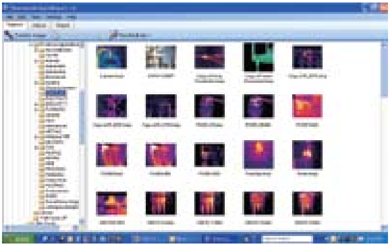


圖4.10 隨插即用：可以標準的JPEG影像格式，輕鬆下載影像。

4.11 全球定位系統(GPS)

如果你忘了輸入位址或找不到的影像時，該如何是好呢？沒關係，全球定位系統(GPS)技術將可幫助你記錄位置資訊。

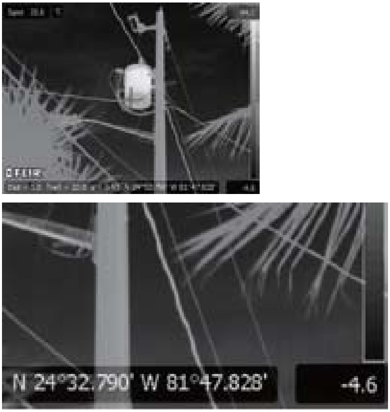


圖4.11a 熱像攝影機自動將新增位置資料加入每個紅外線影像。

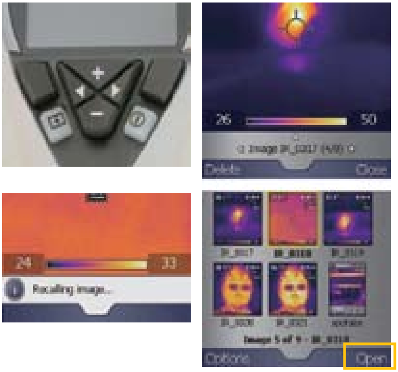
圖4.11b 透過熱像攝影機接收衛星訊號

4.12 儲存影像

1.檢查影像焦距和影像合成是否完整 / 正確。

2. 按下「儲存」(Save) 觸發器儲存影像。

4.13 擷取影像



1.按下「歸檔」(Archive) 鈕。

2. 用左 / 右導覽鍵選擇上一張 / 下一張影像或

3. 按「+ 」鈕使用縮圖檢視。

4. 使用導覽鍵進行上 / 下或左 / 右瀏覽。

5. 按下右側標有「開啟」(Open) 字樣的選擇鈕。

4.14 縮圖影像圖庫

FLIR熱像攝影機是專為提供使用者最大舒適度所設計。

除了記憶卡可儲存高達數千張影像之外，FLIR熱像攝影機還可讓使用者當場立即預覽影像，以檢查所拍攝的影像是否正確或需要追蹤影像。

4.15 刪除影像

1. 若要在標準模式下刪除單一影像時，請按左側標有「刪除」(Delete) 字樣的選擇鈕。
2. 在縮圖模式下，請按左側標有「選項」(Options) 字樣的選擇鈕。
3. 選擇「刪除單一影像」(Delete image) 或「刪除全部影像」(Delete all images)。
4. 按下標有「刪除」(Delete) 字樣的右選擇鈕。

4.16 下載影像

1. 取下迷你 SDTM 記憶卡。
2. 將 SDTM 記憶卡插入讀卡機中。
3. 再將讀卡機插在電腦上。
4. 必要時，依據發現新硬體精靈的指示，安裝需要的軟體。
5. 此外，亦可使用 USB-Mini-b 連接線將熱像攝影機連接至電腦上（熱像攝影機電源必須開啟）。
6. 在 Windows 視窗瀏覽器中，使用拖曳功能，從記憶卡或熱像攝影機中移動影像。

亞太區聯絡地址

亞太區總部暨紅外線訓練課程(ITC)分公司

香港

FLIR Systems Co., Ltd.
Room 1613 - 16, Tower 2,
Grand Central Plaza,
138 Shatin Rural Committee Road,
N.T, Hong Kong
電話: +852 2792 8955 傳真: +852 2792 8952
電子郵件: flir@flir.com.hk 網址: www.flir.com.hk

中國總部

上海

FLIR Systems (Shanghai) Co., Ltd.
Unit 22C-D, Hua Du Mansion,
828 Zhang Yang Road, Pudong,
Shanghai 200122, P.R.China
電話: +86 21 5169 7628 傳真: +86 21 5466 0289
電子郵件: shanghai@flir.com.cn 網址:www.flir.com.cn

北京代表辦事處

Room 509, Building C, Vantone Center,
No. A-6 Chaoyangmenwai Ave,
Chaoyang District,
Beijing 100020, P.R.China
電話: +86 10 5979 7755 傳真: +86 10 5907 3180
電子郵件:beijing@flir.com.cn 網址: www.flir.com.cn

廣州代表辦事處

Unit 1806,Tower A, Victory Plaza,
No.103 Ti Yu Xi Road, Tian He,
Guangzhou 510600, P.R.China
電話: +86 20 8600 0559 傳真: +86 20 8550 0405
電子郵件: guangzhou@flir.com.cn 網址: www.flir.com.cn

日本總部

東京

FLIR Systems Japan KK
Nishi - Gotanda Access Building, 8/F
3-6-20, Nishi - Gotanda,
Shinagawa-Ku, Tokyo,
141-0031, Japan
電話:+81 3 6277 5681 傳真:+81 3 6277 5682
電子郵件: info@flir.jp
網址: www.flirthermography.com/japan

澳州總部

墨爾本

FLIR Systems Australia Pty Ltd.
10 Business Park Drive Notting Hill, VIC,
3168 Australia
電話: +61 3 9550 2800 傳真: +61 3 9558 9853
電子郵件: info@flir.com.au 網址: www.flir.com.au

新南威爾斯辦事處

Suite 18, 12 Tryon Road Lindfield, NSW,
2070 Australia
電話: +61 2 9416 0654 傳真: +61 2 9416 2583
電子郵件: info@flir.com.au 網址: www.flir.com.au

西澳辦事處

Suite 39, 44 Kings Park Road
West Perth, WA,
6005 Australia
電話: +61 8 6263 4438 傳真: +61 8 9226 4409
電子郵件: info@flir.com.au 網站: www.flir.com.au

昆士蘭辦事處

Suite 3, Level 3, Commonwealth Centre
18 Banfield Street, Chermside, QLD,
4032 Australia
電話: +61 7 3861 4862 傳真: +61 7 3350 0808
電子郵件: info@flir.com.au 網址: www.flir.com.au

台灣總部

FLIR Systems Taiwan
Rm. 1101, International Trade Building,
333 Keelung Road, Sec. 1, Taipei
11012 Taiwan R.O.C.
電話: +886 2 2757 9662 傳真: +886 2 2757 6723
電子郵件: flir@flir.com.hk 網址: www.flir.tw

© FLIR Systems Co., Ltd.版權所有，2008年。